

# มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีภาคการศึกษาที่ 1  
วันที่ 30 กรกฎาคม 2552  
วิชา 215-391, 216-391 Fundamental of  
Mechanical Engineering

ประจำปีการศึกษา 2552  
เวลา 13.30-16.30 น.  
ห้อง R201, S201

### คำสั่ง

- ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ ให้ทำทุกข้อ มี 2 Part ให้ทำ Part A และ Part B แยกจากกัน
- ให้ทำในตัวข้อสอบนี้ ให้เขียนด้านหลังได้
- อนุญาตให้นำโน้ตที่เขียนด้วยลายมือจำนวน 1 แผ่น A4 เข้าห้องสอบ
- ให้เขียนชื่อ และรหัสนักศึกษาในข้อสอบทุกแผ่น
- อนุญาตให้นำ Dictionary เข้าห้องสอบได้

### กำหนดให้

- Stefan-Boltzmann constant  $\sigma = 5.6697 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

รศ.ดร.ชูเกียรติ คุปตานนท์  
ดร.สมชาย แซ่ฮึ้ง  
อ.พุทธิพงศ์ แสนสบาย  
ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ	คะแนนที่ได้
1	
2	
3	
4	
5	
6	
คะแนนรวม	

ชื่อ-สกุล.....  
รหัส.....  
ตอน.....

**PART A**

1. A tube with OD of 2 cm is maintained at a uniform temperature and is covered with an insulative tube covering [ $k = 0.18 \text{ W/(m} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ ] in order to reduce the heat loss. Heat is dissipated from the outer surface of the cover by natural convection with heat transfer coefficient of  $12 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$  into the ambient air at constant temperature.

Determine the critical thickness of the insulation.

Calculate the ratio of the heat loss from the tube with insulation to that without any insulation for

- (1) the thickness of insulation equal to that at the critical thickness, and
- (2) the thickness of insulation 2.5 cm thicker than the critical thickness.

2. Determine the time required for a solid steel ball of diameter 5 cm. [ $\rho = 7833 \text{ kg/m}^3$ ,  $C_p = 0.465 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ , and  $k = 54 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$ ] to cool from  $600^\circ\text{C}$  to  $200^\circ\text{C}$  if it is exposed to an airstream at  $50^\circ\text{C}$  having a heat transfer coefficient of  $100 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ .

3. Engine oil ( $C_p = 2.1 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$ ) is to be cooled from  $80$  to  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  by using a single-pass, counterflow, concentric-tube heat exchanger with cooling water ( $C_p = 4.18 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$ ) available at  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Water flows inside a tube with an ID of  $2.5 \text{ cm}$ . at a rate of  $0.08 \text{ kg/s}$ , and oil flows through the annulus at a rate of  $0.16 \text{ kg/s}$ . The heat transfer coefficients for the water side and oil side are, respectively,  $1000$  and  $80 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ , and the tube wall resistance is negligible.

Calculate the tube length required.

## 4. จงเขียนสมการคณิตศาสตร์ของปัญหาการนำความร้อนต่อไปนี้

การนำความร้อน 2 ทิศทาง ของผนังสี่เหลี่ยม  $0 \leq x \leq a$ ,  $0 \leq y \leq b$  ในสภาวะ steady โดยค่าการนำความร้อนมีค่าคงที่ และไม่มีแหล่งกำเนิดพลังงานภายใน ขอบทั้งสี่ด้านของผนังมีเงื่อนไขต่อไปนี้

ที่ระนาบ  $x = 0$  ได้รับ heat flux ในอัตรา  $q_0, \text{W/m}^2$ , ที่ระนาบ  $x = a$  มีอุณหภูมิคงที่  $T_0$

ที่ระนาบ  $y = 0$  หุ้มฉนวนไว้, ที่ระนาบ  $y = b$  พาคความร้อนกับตัวกลาง ที่มีอุณหภูมิ  $T_\infty$  และมีสัมประสิทธิ์การพาความร้อน  $h (\text{W/m}^2 \text{K})$

**Part B**

1. วัฏจักรแรงดันทำงานที่ความดันระหว่าง 14 MPa และ 10 kPa โดยไอน้ำที่เข้ากังหันมีอุณหภูมิ 600 °C จงเขียน T-S Diagram ของวัฏจักรนี้ และหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักร คุณภาพไอที่ออกจากกังหัน (10 คะแนน)

2. จากวัฏจักรแรงคินในข้อ 1 ถ้าต้องการปรับปรุงคุณภาพไอ โดยดึงไอน้ำจากกังหันตัวที่ 1 ออกมาให้ความร้อนซ้ำ (Reheat cycle power plant) ที่ความดัน 4 MPa จนมีอุณหภูมิ 600 °C จากนั้นไอน้ำจะขยายตัวผ่านกังหันตัวที่ 2 โดยจะดึงไอน้ำบางส่วนไปใช้ในการอุ่นน้ำป้อนที่เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบเปิด ที่ระดับความดัน 0.5 MPa ส่วนที่เหลือจะถูกส่งผ่านไปที่เครื่องควบแน่น โดยน้ำที่ออกจากเครื่องอุ่นน้ำป้อนจะเป็นของเหลวอิ่มตัวพอดี ให้หาคุณสมบัติและสถานะที่จุดต่างๆ (เติมลงในตาราง) (10 Pts) และหา

2.1 คุณภาพของไอน้ำที่ออกจากกังหันตัวที่ 2 (1 Pts)

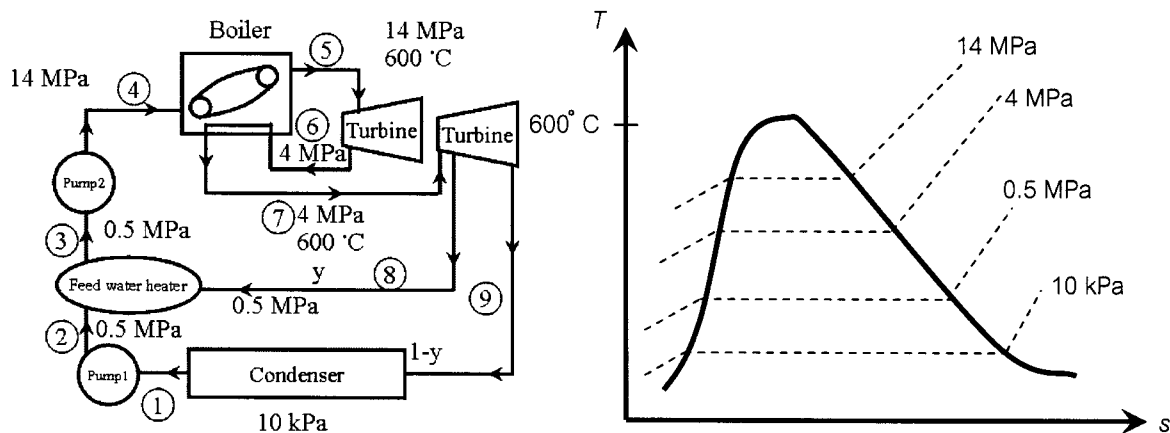
2.2 สัดส่วนไอน้ำที่ดึงไปใช้ในการอุ่นน้ำป้อน (1 Pts)

2.3 งานสุทธิของวัฏจักร (2 Pts)

2.4 ประสิทธิภาพของวัฏจักร (2 Pts)

2.5 ถ้าวัฏจักรมีกำลังสุทธิ 3.3 MW จงหาอัตราการใช้ไอน้ำในวัฏจักร (2 Pts)

และเขียน T-S Diagram (2 Pts)



จุดที่ (สถานะ)	P	h	s
	(Bar)	(kJ/kg)	(kJ/kg.K)
1 (ของเหลวอิ่มตัว)			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

TABLE A-2 Properties of Saturated Water (Liquid-Vapor): Temperature Table

H<sub>2</sub>O

Temp. °C	Press. bar	Specific Volume m <sup>3</sup> /kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K		Temp. °C
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor $v_g$	Sat. Liquid $u_f$	Sat. Vapor $u_g$	Sat. Liquid $h_f$	Evap. $h_{fg}$	Sat. Vapor $h_g$	Sat. Liquid $s_f$	Sat. Vapor $s_g$	
.01	0.00611	1.0002	206.136	0.00	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.0000	9.1562	.01
4	0.00813	1.0001	157.232	16.77	2380.9	16.78	2491.9	2508.7	0.0610	9.0514	4
5	0.00872	1.0001	147.120	20.97	2382.3	20.98	2489.6	2510.6	0.0761	9.0257	5
6	0.00935	1.0001	137.734	25.19	2383.6	25.20	2487.2	2512.4	0.0912	9.0003	6
8	0.01072	1.0002	120.917	33.59	2386.4	33.60	2482.5	2516.1	0.1212	8.9501	8
10	0.01228	1.0004	106.379	42.00	2389.2	42.01	2477.7	2519.8	0.1510	8.9008	10
11	0.01312	1.0004	99.857	46.20	2390.5	46.20	2475.4	2521.6	0.1658	8.8765	11
12	0.01402	1.0005	93.784	50.41	2391.9	50.41	2473.0	2523.4	0.1806	8.8524	12
13	0.01497	1.0007	88.124	54.60	2393.3	54.60	2470.7	2525.3	0.1953	8.8285	13
14	0.01598	1.0008	82.848	58.79	2394.7	58.80	2468.3	2527.1	0.2099	8.8048	14
15	0.01705	1.0009	77.926	62.99	2396.1	62.99	2465.9	2528.9	0.2245	8.7814	15
16	0.01818	1.0011	73.333	67.18	2397.4	67.19	2463.6	2530.8	0.2390	8.7582	16
17	0.01938	1.0012	69.044	71.38	2398.8	71.38	2461.2	2532.6	0.2535	8.7351	17
18	0.02064	1.0014	65.038	75.57	2400.2	75.58	2458.8	2534.4	0.2679	8.7123	18
19	0.02198	1.0016	61.293	79.76	2401.6	79.77	2456.5	2536.2	0.2823	8.6897	19
20	0.02339	1.0018	57.791	83.95	2402.9	83.96	2454.1	2538.1	0.2966	8.6672	20
21	0.02487	1.0020	54.514	88.14	2404.3	88.14	2451.8	2539.9	0.3109	8.6450	21
22	0.02645	1.0022	51.447	92.32	2405.7	92.33	2449.4	2541.7	0.3251	8.6229	22
23	0.02810	1.0024	48.574	96.51	2407.0	96.52	2447.0	2543.5	0.3393	8.6011	23
24	0.02985	1.0027	45.883	100.70	2408.4	100.70	2444.7	2545.4	0.3534	8.5794	24
25	0.03169	1.0029	43.360	104.88	2409.8	104.89	2442.3	2547.2	0.3674	8.5580	25
26	0.03363	1.0032	40.994	109.06	2411.1	109.07	2439.9	2549.0	0.3814	8.5367	26
27	0.03567	1.0035	38.774	113.25	2412.5	113.25	2437.6	2550.8	0.3954	8.5156	27
28	0.03782	1.0037	36.690	117.42	2413.9	117.43	2435.2	2552.6	0.4093	8.4946	28
29	0.04008	1.0040	34.733	121.60	2415.2	121.61	2432.8	2554.5	0.4231	8.4739	29
30	0.04246	1.0043	32.894	125.78	2416.6	125.79	2430.5	2556.3	0.4369	8.4533	30
31	0.04496	1.0046	31.165	129.96	2418.0	129.97	2428.1	2558.1	0.4507	8.4329	31
32	0.04759	1.0050	29.540	134.14	2419.3	134.15	2425.7	2559.9	0.4644	8.4127	32
33	0.05034	1.0053	28.011	138.32	2420.7	138.33	2423.4	2561.7	0.4781	8.3927	33
34	0.05324	1.0056	26.571	142.50	2422.0	142.50	2421.0	2563.5	0.4917	8.3728	34
35	0.05628	1.0060	25.216	146.67	2423.4	146.68	2418.6	2565.3	0.5053	8.3531	35
36	0.05947	1.0063	23.940	150.85	2424.7	150.86	2416.2	2567.1	0.5188	8.3336	36
38	0.06632	1.0071	21.602	159.20	2427.4	159.21	2411.5	2570.7	0.5458	8.2950	38
40	0.07384	1.0078	19.523	167.56	2430.1	167.57	2406.7	2574.3	0.5725	8.2570	40
45	0.09593	1.0099	15.258	188.44	2436.8	188.45	2394.8	2583.2	0.6387	8.1648	45



TABLE A-3 Properties of Saturated Water (Liquid-Vapor): Pressure Table

H<sub>2</sub>O

Press. bar	Temp. °C	Specific Volume m <sup>3</sup> /kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K		Press. bar
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor $v_g$	Sat. Liquid $u_f$	Sat. Vapor $u_g$	Sat. Liquid $h_f$	Evap. $h_{fg}$	Sat. Vapor $h_g$	Sat. Liquid $s_f$	Sat. Vapor $s_g$	
0.04	28.96	1.0040	34.800	121.45	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.4226	8.4746	0.04
0.06	36.16	1.0064	23.739	151.53	2425.0	151.53	2415.9	2567.4	0.5210	8.3304	0.06
0.08	41.51	1.0084	18.103	173.87	2432.2	173.88	2403.1	2577.0	0.5926	8.2287	0.08
0.10	45.81	1.0102	14.674	191.82	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.6493	8.1502	0.10
0.20	60.06	1.0172	7.649	251.38	2456.7	251.40	2358.3	2609.7	0.8320	7.9085	0.20
0.30	69.10	1.0223	5.229	289.20	2468.4	289.23	2336.1	2625.3	0.9439	7.7686	0.30
0.40	75.87	1.0265	3.993	317.53	2477.0	317.58	2319.2	2636.8	1.0259	7.6700	0.40
0.50	81.33	1.0300	3.240	340.44	2483.9	340.49	2305.4	2645.9	1.0910	7.5939	0.50
0.60	85.94	1.0331	2.732	359.79	2489.6	359.86	2293.6	2653.5	1.1453	7.5320	0.60
0.70	89.95	1.0360	2.365	376.63	2494.5	376.70	2283.3	2660.0	1.1919	7.4797	0.70
0.80	93.50	1.0380	2.087	391.58	2498.8	391.66	2274.1	2665.8	1.2329	7.4346	0.80
0.90	96.71	1.0410	1.869	405.06	2502.6	405.15	2265.7	2670.9	1.2695	7.3949	0.90
1.00	99.63	1.0432	1.694	417.36	2506.1	417.46	2258.0	2675.5	1.3026	7.3594	1.00
1.50	111.4	1.0528	1.159	466.94	2519.7	467.11	2226.5	2693.6	1.4336	7.2233	1.50
2.00	120.2	1.0605	0.8857	504.49	2529.5	504.70	2201.9	2706.7	1.5301	7.1271	2.00
2.50	127.4	1.0672	0.7187	535.10	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	7.0527	2.50
3.00	133.6	1.0732	0.6058	561.15	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.6718	6.9919	3.00
3.50	138.9	1.0786	0.5243	583.95	2546.9	584.33	2148.1	2732.4	1.7275	6.9405	3.50
4.00	143.6	1.0836	0.4625	604.31	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.7766	6.8959	4.00
4.50	147.9	1.0882	0.4140	622.25	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.8207	6.8565	4.50
5.00	151.9	1.0926	0.3749	639.68	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.8607	6.8212	5.00
6.00	158.9	1.1006	0.3157	669.90	2567.4	670.56	2086.3	2756.8	1.9312	6.7600	6.00
7.00	165.0	1.1080	0.2729	696.44	2572.5	697.22	2066.3	2763.5	1.9922	6.7080	7.00
8.00	170.4	1.1148	0.2404	720.22	2576.8	721.11	2048.0	2769.1	2.0462	6.6628	8.00
9.00	175.4	1.1212	0.2150	741.83	2580.5	742.83	2031.1	2773.9	2.0946	6.6226	9.00
10.0	179.9	1.1273	0.1944	761.68	2583.6	762.81	2015.3	2778.1	2.1387	6.5863	10.0
15.0	198.3	1.1539	0.1318	843.16	2594.5	844.84	1947.3	2792.2	2.3150	6.4448	15.0
20.0	212.4	1.1767	0.09963	906.44	2600.3	908.79	1890.7	2799.5	2.4474	6.3409	20.0
25.0	224.0	1.1973	0.07998	959.11	2603.1	962.11	1841.0	2803.1	2.5547	6.2575	25.0
30.0	233.9	1.2165	0.06668	1004.8	2604.1	1008.4	1795.7	2804.2	2.6457	6.1869	30.0
35.0	242.6	1.2347	0.05707	1045.4	2603.7	1049.8	1753.7	2803.4	2.7253	6.1253	35.0
40.0	250.4	1.2522	0.04978	1082.3	2602.3	1087.3	1714.1	2801.4	2.7964	6.0701	40.0
45.0	257.5	1.2692	0.04406	1116.2	2600.1	1121.9	1676.4	2798.3	2.8610	6.0199	45.0
50.0	264.0	1.2859	0.03944	1147.8	2597.1	1154.2	1640.1	2794.3	2.9202	5.9734	50.0
60.0	275.6	1.3187	0.03244	1205.4	2589.7	1213.4	1571.0	2784.3	3.0267	5.8892	60.0
70.0	285.9	1.3513	0.02737	1257.6	2580.5	1267.0	1505.1	2772.1	3.1211	5.8133	70.0
80.0	295.1	1.3842	0.02352	1305.6	2569.8	1316.6	1441.3	2758.0	3.2068	5.7432	80.0
90.0	303.4	1.4178	0.02048	1350.5	2557.8	1363.3	1378.9	2742.1	3.2858	5.6772	90.0
100.	311.1	1.4524	0.01803	1393.0	2544.4	1407.6	1317.1	2724.7	3.3596	5.6141	100.
110.	318.2	1.4886	0.01599	1433.7	2529.8	1450.1	1255.5	2705.6	3.4295	5.5527	110.

**TABLE A-4** Properties of Superheated Water Vapor

<i>T</i> °C	<i>v</i> m <sup>3</sup> /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K	<i>v</i> m <sup>3</sup> /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K
<i>p</i> = 0.06 bar = 0.006 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 36.16°C)					<i>p</i> = 0.35 bar = 0.035 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 72.69°C)			
Sat.	23.739	2425.0	2567.4	8.3304	4.526	2473.0	2631.4	7.7158
80	27.132	2487.3	2650.1	8.5804	4.625	2483.7	2645.6	7.7564
120	30.219	2544.7	2726.0	8.7840	5.163	2542.4	2723.1	7.9644
160	33.302	2602.7	2802.5	8.9693	5.696	2601.2	2800.6	8.1519
200	36.383	2661.4	2879.7	9.1398	6.228	2660.4	2878.4	8.3237
240	39.462	2721.0	2957.8	9.2982	6.758	2720.3	2956.8	8.4828
280	42.540	2781.5	3036.8	9.4464	7.287	2780.9	3036.0	8.6314
320	45.618	2843.0	3116.7	9.5859	7.815	2842.5	3116.1	8.7712
360	48.696	2905.5	3197.7	9.7180	8.344	2905.1	3197.1	8.9034
400	51.774	2969.0	3279.6	9.8435	8.872	2968.6	3279.2	9.0291
440	54.851	3033.5	3362.6	9.9633	9.400	3033.2	3362.2	9.1490
500	59.467	3132.3	3489.1	10.1336	10.192	3132.1	3488.8	9.3194
<i>p</i> = 0.70 bar = 0.07 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 89.95°C)					<i>p</i> = 1.0 bar = 0.10 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 99.63°C)			
Sat.	2.365	2494.5	2660.0	7.4797	1.694	2506.1	2675.5	7.3594
100	2.434	2509.7	2680.0	7.5341	1.696	2506.7	2676.2	7.3614
120	2.571	2539.7	2719.6	7.6375	1.793	2537.3	2716.6	7.4668
160	2.841	2599.4	2798.2	7.8279	1.984	2597.8	2796.2	7.6597
200	3.108	2659.1	2876.7	8.0012	2.172	2658.1	2875.3	7.8343
240	3.374	2719.3	2955.5	8.1611	2.359	2718.5	2954.5	7.9949
280	3.640	2780.2	3035.0	8.3162	2.546	2779.6	3034.2	8.1445
320	3.905	2842.0	3115.3	8.4504	2.732	2841.5	3114.6	8.2849
360	4.170	2904.6	3196.5	8.5828	2.917	2904.2	3195.9	8.4175
400	4.434	2968.2	3278.6	8.7086	3.103	2967.9	3278.2	8.5435
440	4.698	3032.9	3361.8	8.8286	3.288	3032.6	3361.4	8.6636
500	5.095	3131.8	3488.5	8.9991	3.565	3131.6	3488.1	8.8342
<i>p</i> = 1.5 bar = 0.15 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 111.37°C)					<i>p</i> = 3.0 bar = 0.30 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 133.55°C)			
Sat.	1.159	2519.7	2693.6	7.2233	0.606	2543.6	2725.3	6.9919
120	1.188	2533.3	2711.4	7.2693	0.651	2587.1	2782.3	7.1276
160	1.317	2595.2	2792.8	7.4665	0.716	2650.7	2865.5	7.3115
200	1.444	2656.2	2872.9	7.6433	0.781	2713.1	2947.3	7.4774
240	1.570	2717.2	2952.7	7.8052	0.844	2775.4	3028.6	7.6299
280	1.695	2778.6	3032.8	7.9555	0.907	2838.1	3110.1	7.7722
320	1.819	2840.6	3113.5	8.0964	0.969	2901.4	3192.2	7.9061
360	1.943	2903.5	3195.0	8.2293	1.032	2965.6	3275.0	8.0330
400	2.067	2967.3	3277.4	8.3555	1.094	3030.6	3358.7	8.1538
440	2.191	3032.1	3360.7	8.4757	1.187	3130.0	3486.0	8.3251
500	2.376	3131.2	3487.6	8.6466	1.341	3300.8	3703.2	8.5892
600	2.685	3301.7	3704.3	8.9101				

H<sub>2</sub>O

TABLE A-4 (Continued)

<i>T</i> °C	<i>v</i> m <sup>3</sup> /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K	<i>v</i> m <sup>3</sup> /kg	<i>u</i> kJ/kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg · K
<i>p</i> = 5.0 bar = 0.50 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 151.86°C)					<i>p</i> = 7.0 bar = 0.70 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 164.97°C)			
Sat.	0.3749	2561.2	2748.7	6.8213	0.2729	2572.5	2763.5	6.7080
180	0.4045	2609.7	2812.0	6.9656	0.2847	2599.8	2799.1	6.7880
200	0.4249	2642.9	2855.4	7.0592	0.2999	2634.8	2844.8	6.8865
240	0.4646	2707.6	2939.9	7.2307	0.3292	2701.8	2932.2	7.0641
280	0.5034	2771.2	3022.9	7.3865	0.3574	2766.9	3017.1	7.2233
320	0.5416	2834.7	3105.6	7.5308	0.3852	2831.3	3100.9	7.3697
360	0.5796	2898.7	3188.4	7.6660	0.4126	2895.8	3184.7	7.5063
400	0.6173	2963.2	3271.9	7.7938	0.4397	2960.9	3268.7	7.6350
440	0.6548	3028.6	3356.0	7.9152	0.4667	3026.6	3353.3	7.7571
500	0.7109	3128.4	3483.9	8.0873	0.5070	3126.8	3481.7	7.9299
600	0.8041	3299.6	3701.7	8.3522	0.5738	3298.5	3700.2	8.1956
700	0.8969	3477.5	3925.9	8.5952	0.6403	3476.6	3924.8	8.4391
<i>p</i> = 10.0 bar = 1.0 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 179.91°C)					<i>p</i> = 15.0 bar = 1.5 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 198.32°C)			
Sat.	0.1944	2583.6	2778.1	6.5865	0.1318	2594.5	2792.2	6.4448
200	0.2060	2621.9	2827.9	6.6940	0.1325	2598.1	2796.8	6.4546
240	0.2275	2692.9	2920.4	6.8817	0.1483	2676.9	2899.3	6.6628
280	0.2480	2760.2	3008.2	7.0465	0.1627	2748.6	2992.7	6.8381
320	0.2678	2826.1	3093.9	7.1962	0.1765	2817.1	3081.9	6.9938
360	0.2873	2891.6	3178.9	7.3349	0.1899	2884.4	3169.2	7.1363
400	0.3066	2957.3	3263.9	7.4651	0.2030	2951.3	3255.8	7.2690
440	0.3257	3023.6	3349.3	7.5883	0.2160	3018.5	3342.5	7.3940
500	0.3541	3124.4	3478.5	7.7622	0.2352	3120.3	3473.1	7.5698
540	0.3729	3192.6	3565.6	7.8720	0.2478	3189.1	3560.9	7.6805
600	0.4011	3296.8	3697.9	8.0290	0.2668	3293.9	3694.0	7.8385
640	0.4198	3367.4	3787.2	8.1290	0.2793	3364.8	3783.8	7.9391
<i>p</i> = 20.0 bar = 2.0 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 212.42°C)					<i>p</i> = 30.0 bar = 3.0 MPa ( <i>T</i> <sub>sat</sub> = 233.90°C)			
Sat.	0.0996	2600.3	2799.5	6.3409	0.0667	2604.1	2804.2	6.1869
240	0.1085	2659.6	2876.5	6.4952	0.0682	2619.7	2824.3	6.2265
280	0.1200	2736.4	2976.4	6.6828	0.0771	2709.9	2941.3	6.4462
320	0.1308	2807.9	3069.5	6.8452	0.0850	2788.4	3043.4	6.6245
360	0.1411	2877.0	3159.3	6.9917	0.0923	2861.7	3138.7	6.7801
400	0.1512	2945.2	3247.6	7.1271	0.0994	2932.8	3230.9	6.9212
440	0.1611	3013.4	3335.5	7.2540	0.1062	3002.9	3321.5	7.0520
500	0.1757	3116.2	3467.6	7.4317	0.1162	3108.0	3456.5	7.2338
540	0.1853	3185.6	3556.1	7.5434	0.1227	3178.4	3546.6	7.3474
600	0.1996	3290.9	3690.1	7.7024	0.1324	3285.0	3682.3	7.5085
640	0.2091	3362.2	3780.4	7.8035	0.1388	3357.0	3773.5	7.6106
700	0.2232	3470.9	3917.4	7.9487	0.1484	3466.5	3911.7	7.7571

TABLE A-4 (Continued)

$T$ °C	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$u$ kJ/kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg · K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$u$ kJ/kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg · K
$p = 40 \text{ bar} = 4.0 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 250.4^\circ\text{C}$ )					$p = 60 \text{ bar} = 6.0 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 275.64^\circ\text{C}$ )			
Sat.	0.04978	2602.3	2801.4	6.0701	0.03244	2589.7	2784.3	5.8892
280	0.05546	2680.0	2901.8	6.2568	0.03317	2605.2	2804.2	5.9252
320	0.06199	2767.4	3015.4	6.4553	0.03876	2720.0	2952.6	6.1846
360	0.06788	2845.7	3117.2	6.6215	0.04331	2811.2	3071.1	6.3782
400	0.07341	2919.9	3213.6	6.7690	0.04739	2892.9	3177.2	6.5408
440	0.07872	2992.2	3307.1	6.9041	0.05122	2970.0	3277.3	6.6853
500	0.08643	3099.5	3445.3	7.0901	0.05665	3082.2	3422.2	6.8803
540	0.09145	3171.1	3536.9	7.2056	0.06015	3156.1	3517.0	6.9999
600	0.09885	3279.1	3674.4	7.3688	0.06525	3266.9	3658.4	7.1677
640	0.1037	3351.8	3766.6	7.4720	0.06859	3341.0	3752.6	7.2731
700	0.1110	3462.1	3905.9	7.6198	0.07352	3453.1	3894.1	7.4234
740	0.1157	3536.6	3999.6	7.7141	0.07677	3528.3	3989.2	7.5190
$p = 80 \text{ bar} = 8.0 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 295.06^\circ\text{C}$ )					$p = 100 \text{ bar} = 10.0 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 311.06^\circ\text{C}$ )			
Sat.	0.02352	2569.8	2758.0	5.7432	0.01803	2544.4	2724.7	5.6141
320	0.02682	2662.7	2877.2	5.9489	0.01925	2588.8	2781.3	5.7103
360	0.03089	2772.7	3019.8	6.1819	0.02331	2729.1	2962.1	6.0060
400	0.03432	2863.8	3138.3	6.3634	0.02641	2832.4	3096.5	6.2120
440	0.03742	2946.7	3246.1	6.5190	0.02911	2922.1	3213.2	6.3805
480	0.04034	3025.7	3348.4	6.6586	0.03160	3005.4	3321.4	6.5282
520	0.04313	3102.7	3447.7	6.7871	0.03394	3085.6	3425.1	6.6622
560	0.04582	3178.7	3545.3	6.9072	0.03619	3164.1	3526.0	6.7864
600	0.04845	3254.4	3642.0	7.0206	0.03837	3241.7	3625.3	6.9029
640	0.05102	3330.1	3738.3	7.1283	0.04048	3318.9	3723.7	7.0131
700	0.05481	3443.9	3882.4	7.2812	0.04358	3434.7	3870.5	7.1687
740	0.05729	3520.4	3978.7	7.3782	0.04560	3512.1	3968.1	7.2670
$p = 120 \text{ bar} = 12.0 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 324.75^\circ\text{C}$ )					$p = 140 \text{ bar} = 14.0 \text{ MPa}$ ( $T_{\text{sat}} = 336.75^\circ\text{C}$ )			
Sat.	0.01426	2513.7	2684.9	5.4924	0.01149	2476.8	2637.6	5.3717
360	0.01811	2678.4	2895.7	5.8361	0.01422	2617.4	2816.5	5.6602
400	0.02108	2798.3	3051.3	6.0747	0.01722	2760.9	3001.9	5.9448
440	0.02355	2896.1	3178.7	6.2586	0.01954	2868.6	3142.2	6.1474
480	0.02576	2984.4	3293.5	6.4154	0.02157	2962.5	3264.5	6.3143
520	0.02781	3068.0	3401.8	6.5555	0.02343	3049.8	3377.8	6.4610
560	0.02977	3149.0	3506.2	6.6840	0.02517	3133.6	3486.0	6.5941
600	0.03164	3228.7	3608.3	6.8037	0.02683	3215.4	3591.1	6.7172
640	0.03345	3307.5	3709.0	6.9164	0.02843	3296.0	3694.1	6.8326
700	0.03610	3425.2	3858.4	7.0749	0.03075	3415.7	3846.2	6.9939
740	0.03781	3503.7	3957.4	7.1746	0.03225	3495.2	3946.7	7.0952